

Kotieläinjalostus ja sen tutkimus

Kalle Maijala
Kotieläinjalostuslaitos

Helsinki 1975

Julkaisijat:

Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin Yliopisto, Viikki
Kotieläinjalostuslaitos, Maatalouden Tutkimuskeskus, Tikkurila

Kotieläinjalostus ja sen tutkimus

Kalle Maijala, 1975

Esitelmä maataloustutkimuksen päivillä Helsingissä
11.2.1975

ISBN 951-45-0636-7

Helsingin yliopiston monistuspalvelu, offset 1975

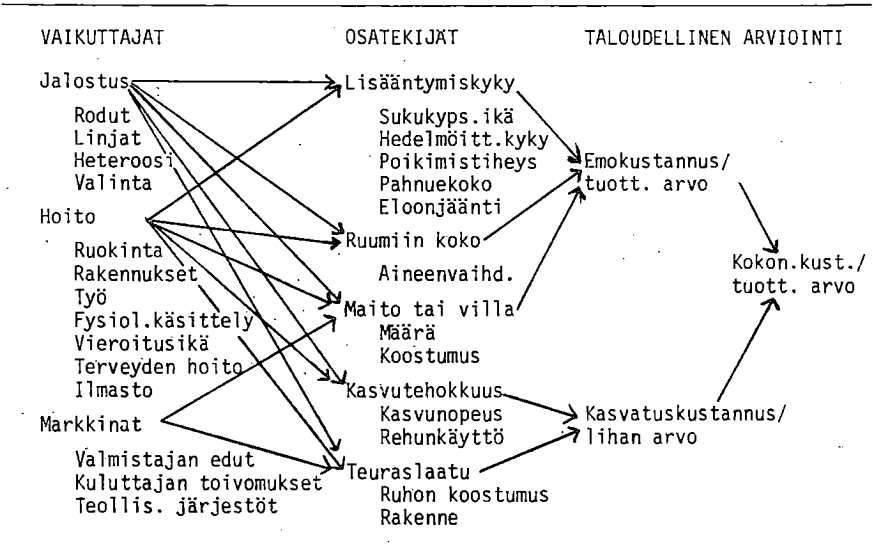
Viime vuosikymmenien kehitys on tehnyt kotieläinjalostuksesta ja sen tutkimuksesta alan, jota siihen tarkoin perehtymättä on vaikeata ymmärtää ja joka sen vuoksi tulee usein väärin ymmärrätyksi. Kun edistyksen jatkuminen tällä alalla toisaalta riippuu suuresti laajojen piirien ymmärtämyksestä, on syytä pyrkiä valaisemaan nykyaikaisen kotieläinjalostuksen tavoitteita, menetelmiä ja mahdollisuuksia, vaikka edes tyydyttävän kokonaiskuvan antaminen laajasta ja monitahoisesta asiasta puolessa tunnissa on mahdottomuus. Keskitynkin seuraavassa sen vuoksi vain joidenkin tärkeimpien ja yleisesti heikosti tiedostettujen näkökulmien valaisemiseen. Erityistä huomiota kiinnitän tärkeimmän kotieläinlajimme, nautakarjan jalostukseen, varsinkin koska sillä on suuriin eläinjoukkoihin perustuva yhteistoimintajalostus pisimmälle kehittynyt. Monet nautanjalostuksessa varteen otettavista periaatteista ovat mukaellen sovellettavissa myös muihin kotieläimiin.

Kotieläinjalostuksen ja sen tutkimuksen tehtävät

Kotieläinjalostus voitaisiin lyhyesti määritellä tarkoituksenmukaisen eläinaineksen etsinnäksi ja kehittämiseksi taloudellista kotieläintuotantoa varten. Alan tutkimus puolestaan on suunnitelmien ja menetelmien kehittämistä tähän toimintaan. Tutkimuksen tehtävänä on mm. eläinlajien ja -rotujen, sukujen, risteytysyhdistelmien ja yksilöiden arvostelu- ja valintamenetelmien kehittäminen, kun taas viljelijät ja heidän järjestönsä

huolehtivat käytännön valinnasta. Tutkimukset ja menetelmien kehittäminen on suurelta osin tehtävä käytännöstä saaduilla aineistoilla, jotta tulokset olisivat varmoja ja sovelluskelpoisia. Käytännön ja tutkimuksen läheinen vuorovaikutus ja yhteistoiminta ovat siten välttämättömiä edellytyksiä hyvien tulosten aikaansaamiselle kummallakin puolella. Niiden vierottaminen toisistaan olisi tehokas keino kotieläintuotannossamme tarvittavan eläinaineksen laadullisen kehityksen pysäyttämiseen.

Kuvio 1. Eläintuotteiden tuotantokustannusten jalostuksellinen minimointi erilaisissa hoito- ja markkinoitijärjestelmissä (DICKERSON, 1973)



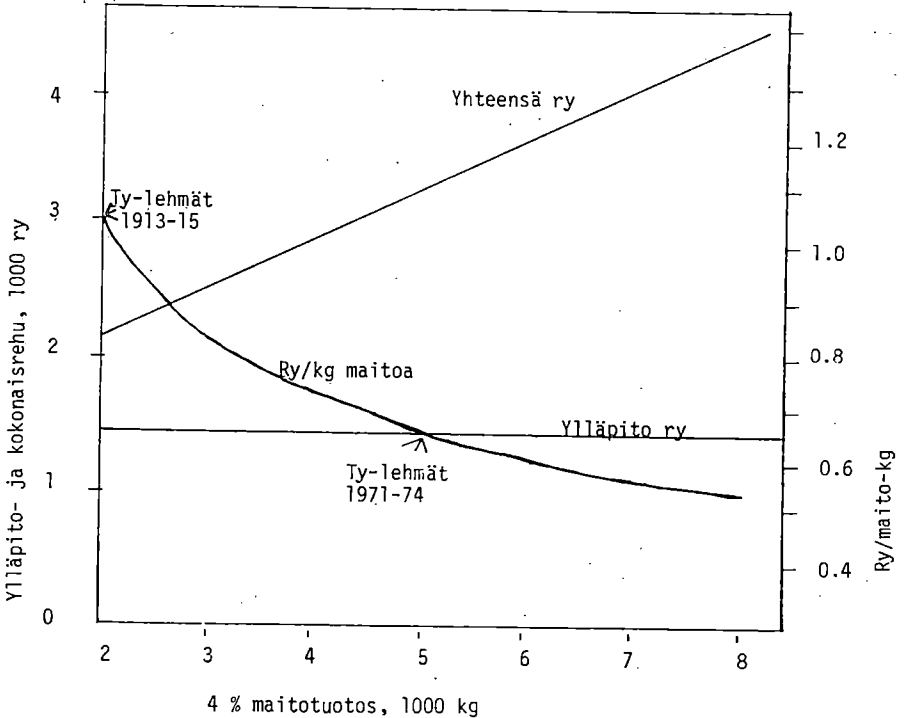
Eläinaineksen kehittämisen asemaa suhteessa muihin kotieläintuotannon kehystoimiin valaisee kuvio 1, jonka mukaan kaikilla toimilla pyritään lähinnä kustannusten minimointiin tuoteyksikköä kohti. Kustannukset riippuvat monista eläinten ominaisuuksista, joihin voidaan vaikuttaa joko itse eläimiä

tai niiden ympäristötekijöitä muuttamalla tai joiden muuttamiseen markkinatekijät ja ihmisten tarpeet antavat aiheen. Kukin ominaisuus on jaettavissa osatekijöihin, joiden jalostettavuus vaihtelee, ja toisaalta on monta sekä jalostuslistasta että hoidollista keinoa vaikuttaa eri ominaisuuksiin. Tuotannon kokonaistaloudellisuuden paraneminen edellyttää, että eri keinojen käyttö ja eri ominaisuuksien jalostus tapahtuvat tasapainoisesti. Erityisesti on huomattava, että hoidolliset ja jalostukselliset keinot ovat vuorovaikutuksessa toisiinsa ja markkinatekijöihin, antaen toisilleen uusia virikkeitä, haasteita ja mahdollisuuksia. Täten esim. ruokintatekniikan kehittyminen lisää entistä paremman eläinaineksen merkitystä, ja tehokkaiden eläinten löytyminen antaa aiheen ruokinnan kehittämiseen. Parhaisiin tuloksiin päässeet kotieläintuottajat ovatkin yleensä käyttäneet kyväkseen molempia tekijäryhmiä.

Hoitotekniikan nopeat muutokset voivat antaa aiheen kokonaan uusien rotujen käyttöön ottoon entisen rodun jalostuksen sijasta tai rinnalla. Eräs esimerkki vuorovaikutuksista voidaan esittää lammastalouden alalta, jossa lihan merkityksen lisääntyminen, karitsoiden varhaisvieroitus ja keinoruokinta y.m. tekijät ovat lisänneet kiinnostusta sikiäviin lammassrotuihin, ja tällaisten löytyminen puolestaan on stimuloinut uusien hoitotekniikkojen kehittämistä. Siipikarjalla on rokotteiden keksiminen vähentänyt tarvetta jalostaa tautien vastustuskykyä, mahdollistaen siten keskittymisen harvempiin ja kiitollisempiin kohteisiin jalostustyössä.

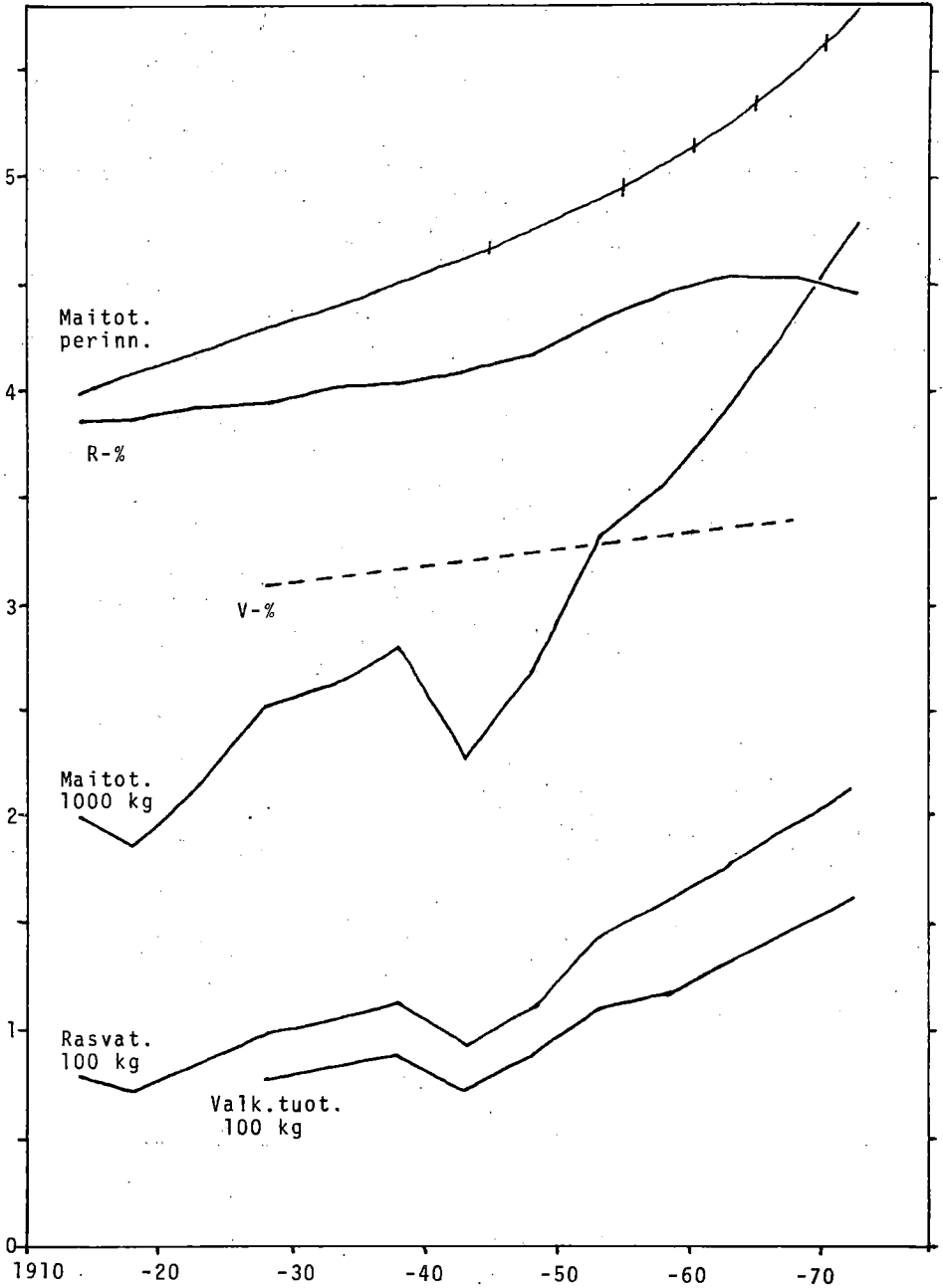
Eräänä keskeisenä tehtävänä sekä eläinaineksen että ympäristötekijöiden kehittämisessä on ollut rehukustannusten alentaminen tuoteyksikköä kohti. Tähän on pyritty erityisesti tuotostasoa nostamalla, koska elatusrehuyksiköt kuten muutkin kiinteät kustannukset silloin jakautuvat useammille tuotekiloille. Kuvioista 2 nähdään, että ry-tarve maitokiloa kohti on tarkkailutiloillamme laskenutkin 60 vuodessa n. 0.4 ry:ä eli ainakin 20 pennin edestä. Tästä saamme kiittää sekä eläin-

Kuvio 2. Rehuntarpeen riippuvuus maitotuotoksesta 510 kg painavalla lehmällä
(Perinnöllinen vuorosuhde maitotuotoksen ja reuhuötösuhteen välillä n. 80-prosenttinen)



aineksen parantumista että ruokinnan ja hoidon kehittymistä. Vähenevän tuoton lain johdosta ovat pelkästään elatusrehun suhteellisen osuuden vähentämiseen perustuvat rehlukustannusten alentamisyrittäykset kuitenkin menettämässä merkitystään, joten taloudellisen tuotostason voivat tilakohtaisesti ratkaista monet muutkin seikat, esim. rehujen halpuus, työvoiman saanti, rakennukset jne. Joillakin tiloilla voi 4000-5000 maitokilon taso olla edullisin, kun taas jotkut voivat nähdä

Kuvio 3. Suomen tarkkailulehmien maito-, rasva- ja valkuais-
tuotosten sekä rasva- ja valkuaispitoisuuksien kehitys.

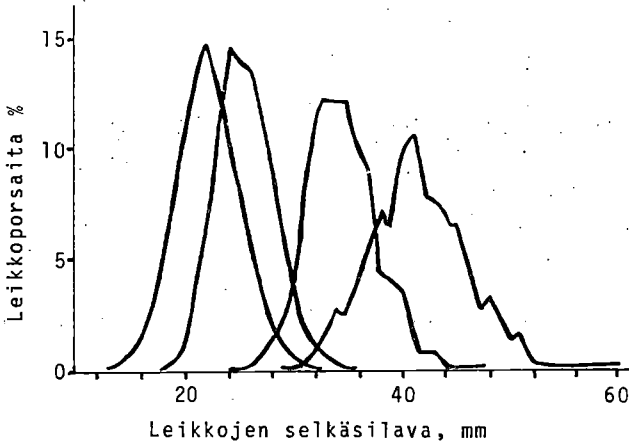


kannattavaksi jopa 8 000 maitokilon keskituotoksen ja yli 10 000 kilon menevät yksilötuotokset, joita meidänkin maassamme yhä useammin esiintyy.

Jalostuksen tähänastisia saavutuksia

Jatkuvan jalostustyön merkitys tulee ymmärrettäväksi, kun tarkastellaan aikaisemmin tehdyn työn tuloksia. Kuvioista 3 nähdään lypsykarjan osalta, että tarkkailulehmien maitotuotokset ovat nousseet 60 vuodessa n. 140 %, rasvatuotokset lähes 180 % ja valkuaistuotokset arviolta 160 %. Olettamalla lehmien perinnöllisen maidontuotantokyvyn 60 vuotta sitten olleen 4 000 kg ja vuotuisen perinnöllisen edistymisnopeuden nousseen sotien jälkeen 0.5 %:sta 1.0 %:iin, voidaan perinnöllisen laadun arvioida parantuneen 60 vuoden aikana yhteensä 45 %, mikä merkitsee noin kolmasosaa keskituotosten noususta. Vaikka edistyminen on viime aikoina keinosiemennyksen ansiosta kiihtynytkin, ovat keskituotokset siis nousseet noin kaksi kertaa nopeammin kuin perinnöllinen laatu. Koska perinnöllisen tuotantokyvyn ja tuotostason välisen eron pieneneminen merkitsee rehun hyväksikäytön heikkenemistä ja eläinten terveyden vaarantumista, on täysi syy jatkaa ponnistuksia entistä parempien lehmien kehittämiseksi, varsinkin kun tässä työssä on juuri päästy hyvään vauhtiin, jonka edelleen lisääminen esim. 1.5 %:iin vuodessa on täysin mahdollista.

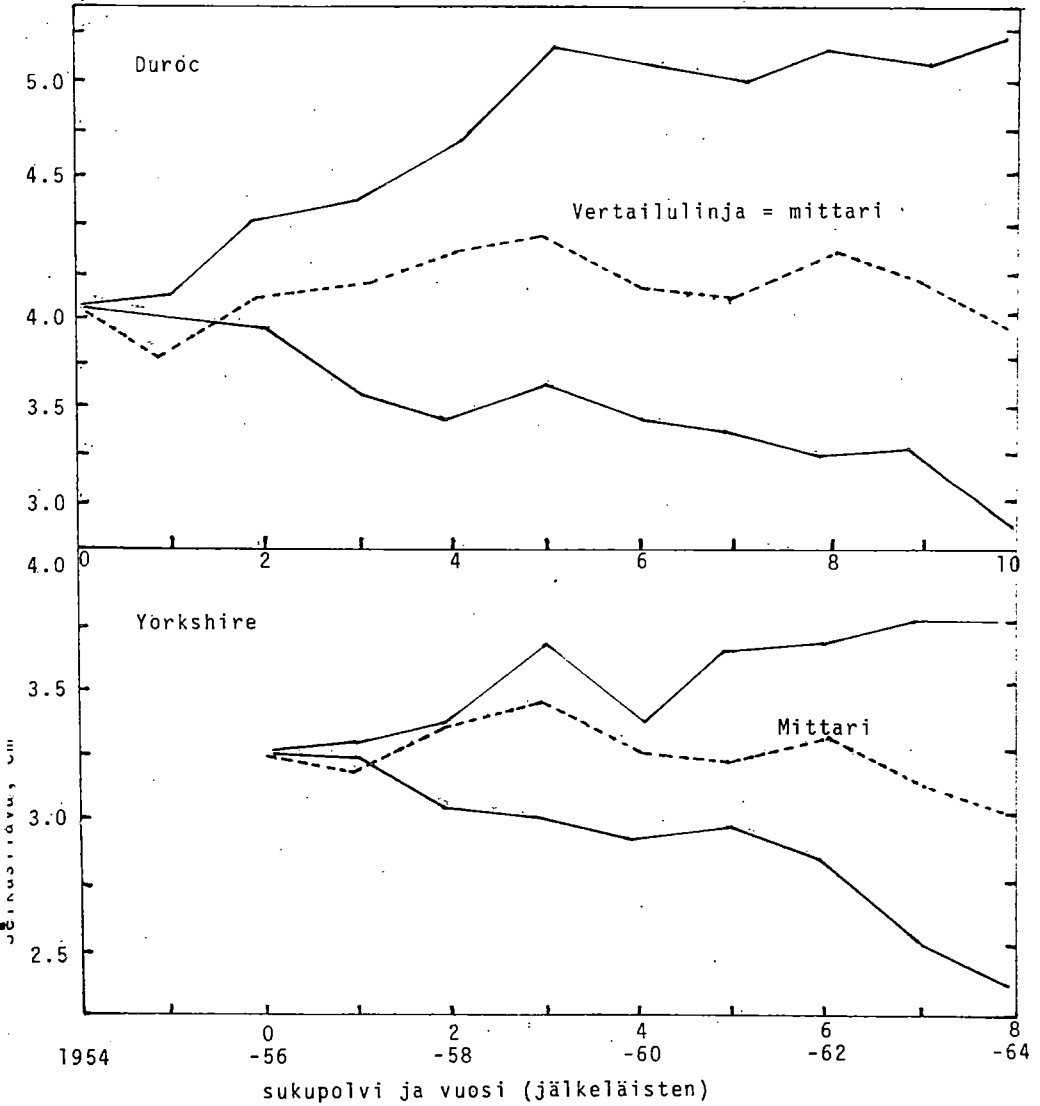
Kuvio 4. Selkäsilavan paksuuden kehitys Tanskan sikakan-
takokeissa 1926/27-1970/71 (CLAUSEN ym. 1972).



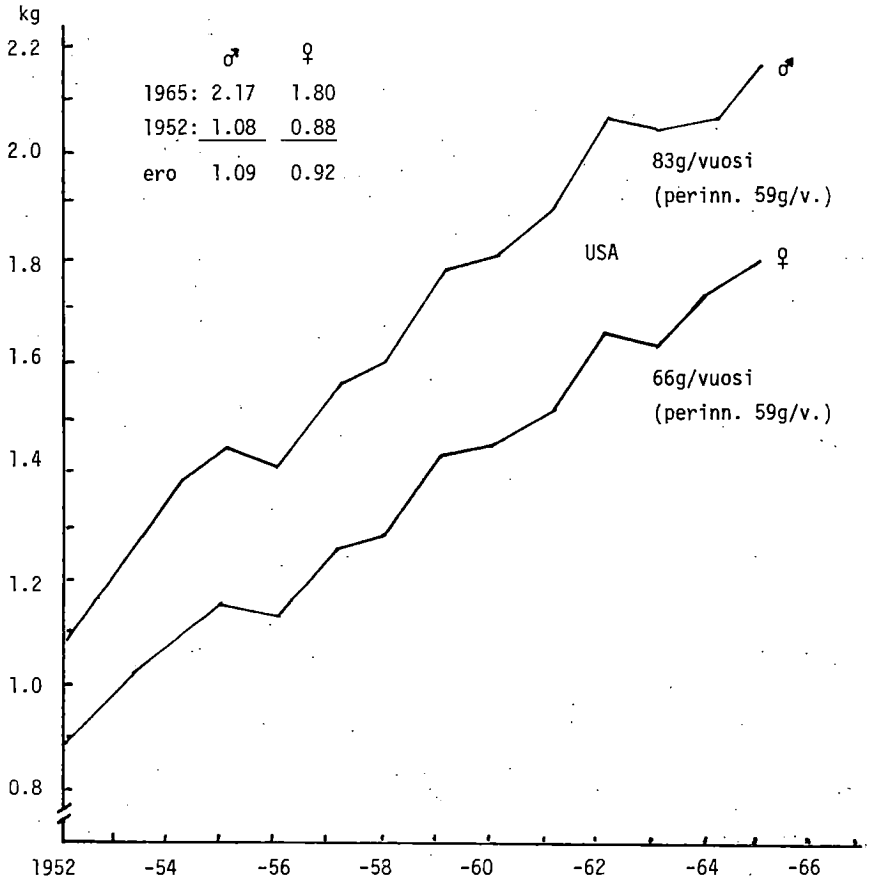
	Keskiarvo	Hajonta	Muunt.kerroin
1926/27	41,6 mm	5,08 mm	12,2 %
1946/47	34,6 "	3,21 "	9,3 "
1966/67	25,3 "	2,62 "	10,4 "
1970/71	22,2 "	2,72 "	12,3 "

Kuvio 4. osoittaa, että sikojen silavakerroksen paksuuden vaihtelualue on Tanskan sikakantakokeissa siirtynyt vähitellen niin paljon, että vuoden 1970/71 paksusilavaisimmat yksilöt olisivat vuonna 1926/27 kuuluneet rodun ehdottomaan huippuun silavan ohuudessa. Suomen kantakokeissa on maatiaissikojen selkäsilava ohentunut vuoden 1927 42 mm:stä vuoden 1974 23.5 mm:iin ja kyljyslihaksen ala lisääntynyt viimeisten 12 vuoden aikana 27 cm²:stä lähes 33 cm²:iin eli n. 0.5 cm² vuodessa. Yhdysvaltain maatalouden tutkimuskeskuksessa järjestetyssä kokeessa (kuvio 5) saatiin samasta lähtöaineeksestä lähtien duroc-rodun selkäsilava ohenemaan 16 sukupolvesta 36 mm:stä 23 mm:iin ja toisessa linjassa paksunemaan 65 mm:iin, kun taas samoissa olosuhteissa pidetty vertailulinja pysyi suurin piirtein muuttumattomana. Samanlaisia tuloksia saatiin yorkshirella.

Kuvio 5. Selkäsilavan paksuuden kehitys valintakokeessa
USA:n maatalouden tutkimuskeskuksessa (HETZER &
HARVEY, 1967).

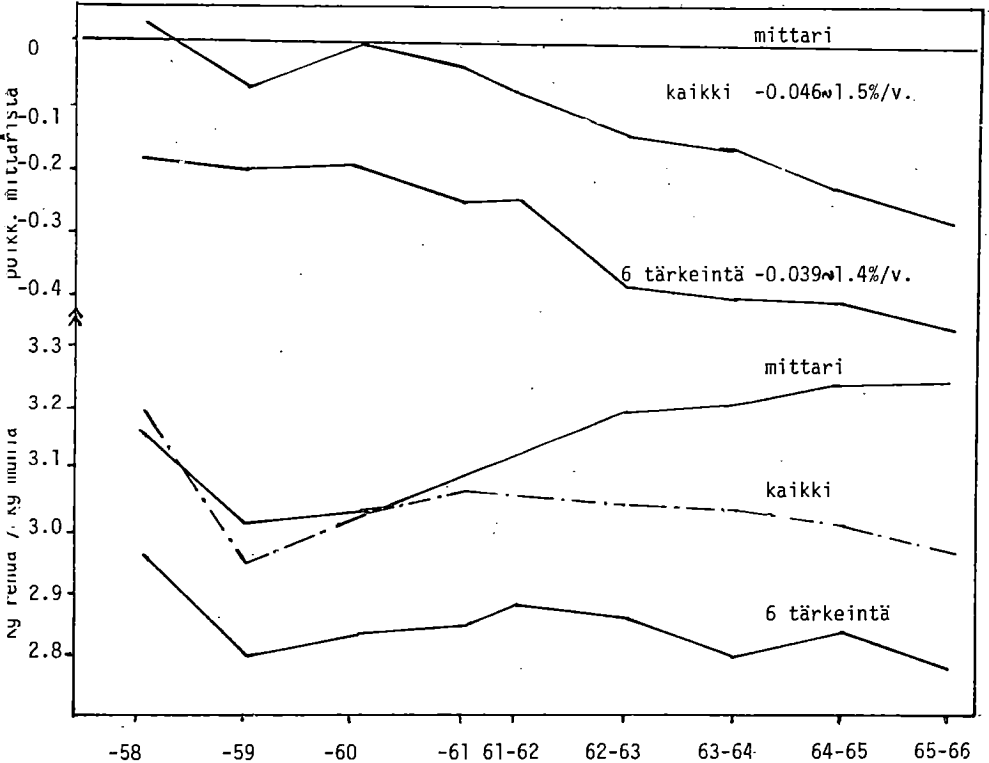


Kuvio 6. 8 viikon painojen kehitys USA:n (Maine) virallisissa broiler-kantakokeissa (MAIJALA, 1968).



Kuviosta 6 nähdään, että kanabroilereiden paino 8-viikkoisina kaksinkertaistui USA:n kantakokeissa 13 vuodessa. Valtaosan tästä kasvunopeuden parantumisesta on arvioitu perustuvan perinnöllisyyteen. Munijakanahybridien rehuhyötysuhde parani USA:n kantakokeissa 1958-66 perinnöllisesti vakioon mittari-

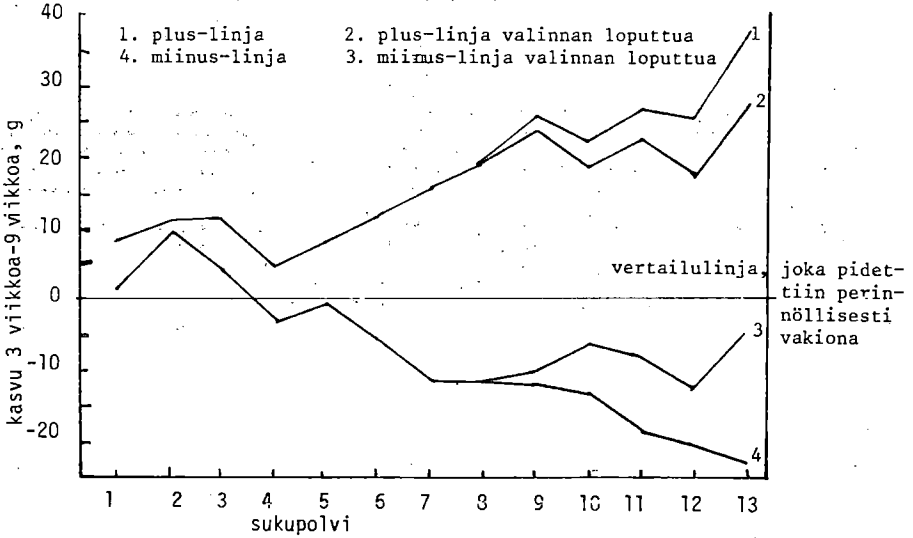
Kuvio 7: Munijakanojen rehuhyötysuhteen kehitys USA:n kanta-
kokeissa (Dickerson, 1968)



kantaan verrattuna noin 1:5 % vuotta kohti eli
n. 0.04 kg/muna-kg/vuosi (kuvio 7). Absoluuttiset tulok-
set eivät kuitenkaan sanottavasti parantuneet, vaan saavu-
tettu edistys meni olosuhteiden huonontumisen korvaamiseen,
mikä ilmenee mittarikannan tulosten heikkenemisestä.

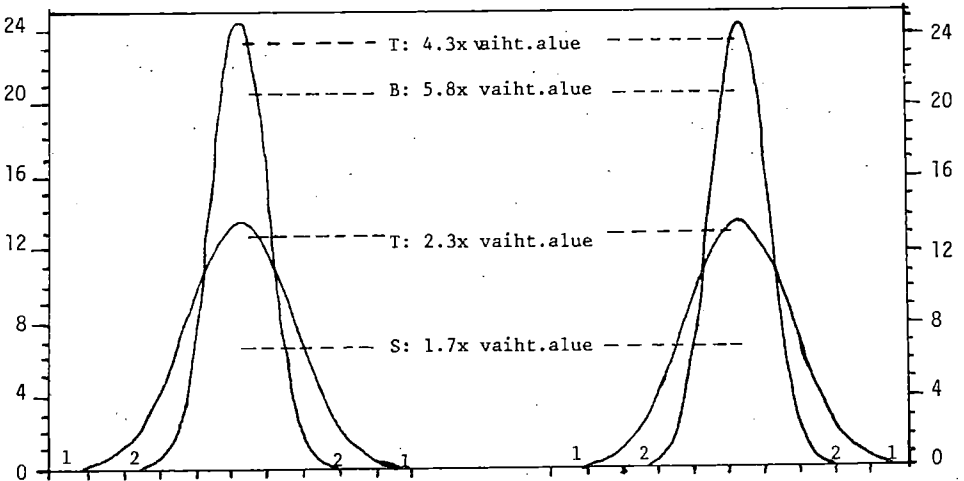
Kuvio 8 osoittaa paitsi jatkuvan edistymisen rottien kasvu-
nopeuden kehityksessä sekä ylös- että alaspäin valintaa
harjoitettaessa, myös valinnan lopettamisen vaikutuksen.

Kuvio 8: Rottien kasvunopeuden kehitys eri suuntiin valituissa linjoissa (Barker y.m. 1973) (USA)



Kuvio 9: Esimerkkejä määrällisten ominaisuuksien jakautuma-alueiden oleellisista siirtymistä valinnan avulla.

1. ilmiösuojen jakauma 2. perinnöllinen jakauma
T = Tribolium-jauhokuoriaisen kotelon paino (Enfield, 1974) 76 sukup.
B = Banaanikärpäsen takaosan karvojen luku (Yoo, ref. Hammond, 1974) 85 sukup.
S = Sikojen selkäsilavan paksuus (Hetzler & Harvey, 1967) 14 sukup.



Tässä tapauksessa ei valinnan lopettamisella ollut sanottavaa vaikutusta, mutta monissa muissa tapauksissa on alkanut selvä takaperoinen kehitys kohta, kun valintatoimet on lopetettu. Esim. eräässä amerikkalaisessa tutkimuksessa (NORDSKOG ja GIESBRECHT, 1964) huononivat munatuotokset kanoilla 0.75 - 2.25 % /sukupolvi valinnan päätyttyä. On ilmeistä, että taantumistaipumus koskee erityisesti sellaisia ominaisuuksia, jotka ovat ristiriidassa luonnonvalinnan vaatimusten kanssa.

Kerrassaan uskomattomiksi osoittautuvat valinnan mahdollisuudet kuviossa 9, josta nähdään mm., että jauhokuoriaisen koteloiden painoa on voitu lisätä 4.3 perinnöllisen vaihtelualueen ja 2.3 ilmasuisen vaihtelualueen verran. Banaanikärpäsän takaosan karvojen lukua on saatu lisätyksi suhteellisesti vieläkin enemmän, ja aikaisemmin (kuvio 5) mainitussa amerikkalaisessa sikakokeessakin etäännyivät plus- ja miinuslinjat yorkshirerodulla 1.7 ilmasuisen vaihtelualueen päähän toisistaan 14 sukupolvessa. Tämän hetken parhaita yksilöitä eri kotieläinlajeilla ei siis ole syytä pitää viimeisen tavoite-ajan viittamerkkeinä. Luonnossa esiintyvää perinnöllistä muuntelua on vaikea ammentaa tyhjiin, vaan se antaa suuria mahdollisuuksia moniin suuntiin. Joissakin kokeissa on tosin kehitys pysähtynyt tiettyä valintamenetelmää käytettäessä 20-30 sukupolven päästä, mutta yhdistämällä useita tällaisia eläinjoukkoja samaan joukkoon on taas päästy eteenpäin. Kun otetaan huomioon, että esim. lypsykarjalla on määrätietoista, tarkkailtuihin tuotoksiin perustuvaa valintaa voitu harjoittaa vasta tällä vuosisadalla eli noin 10 sukupolven ajan, näyttävät jatkuvan edistymisen mahdollisuudet toistaiseksi suurilta.

Parempaan tuotantokyvyn hyväksikäyttö ja merkitys

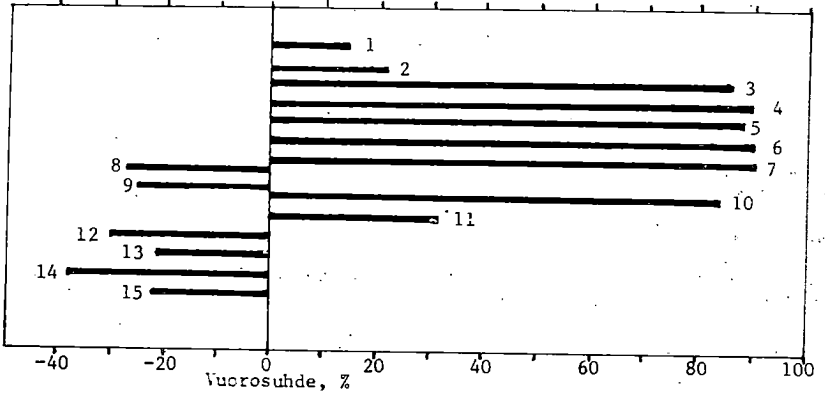
Jatkuvien edistymismahdollisuuksien hyväksikäyttö esim. lypsykarjalla on tarpeellista mm. siksi, ettemme menettäisi kansainvälistä kilpailukykyämme tehokkaimmassa eläinvalkuaisen tuotannossa, jota maidontuotanto on ja joka erityisen hyvin

soveltuu maahamme rehunviljelyolosuhteiden kannalta. On myös tärkeätä, että voimme tyydyttää eläinainestardeemme ilman turvautumista laajaan jalostus- ja käyttöeläinten tuontiin ulkomailta, jossa nykyaikaisen jalostustieteen periaatteita ja nykYTEKNIIKAN keinoja joka tapauksessa sovelletaan yhä täydellisemmin. Parantuneen tuotantokyvyn hyväksikäyttö ei välttämättä edellytä tuotostason lisäämistä, jos tämä ei yksityis- tai kansantaloudellisista syistä ole toivottavaa, vaan se voi tapahtua myös siten, että entiset tuotokset tuotetaan vähemmillä ja vaatimattomammilla rehuilla. Maidontuotantokyvyn parantaminen ei itse asiassa olekaan jalostuksen päätarkoitus, vaan sillä tähdätään eläinten rehunkäyttötehokkuuden parantamiseen. Rehunkäyttökivyn suora jalostaminen olisi erittäin vaikeata ja kallista sen hankalan mittaamisen vuoksi. Onneksi se ei ole välttämätöntäkään sen vuoksi, että rehunkäyttökivky ja maidontuotantokivky riippuvat yli 80-prosenttisesti samoista perintötekijöistä. Ilmiasuiset vuorosuhteet ovat suunnilleen samalla tasolla kuten nähdään kuvioista 10, joka lisäksi osoittaa mm. karkearehun syöntikivyn olevan positiivisessa vuorosuhteessa rehuhyötysuhteeseen.

Maidontuotantokivyn jalostus on näin ollen epäsuoraa rehuhyötysuhteen jalostusta. Edistyminen viimemainitussa on tällöin jopa nopeampaa käytännössä kuin olisi suora jalostus, koska tarkkailtujen lehmien luku ja valintamahdollisuudet tässä jäisivät pakostakin pieniksi. Maidontuotantokivky sen sijaan voidaan helposti mitata niin suurista aineistoista, että voidaan harjoittaa ankaraa valintaa. Tuotosten voidaan katsoa mittaavan myös syöntikivkyä ja rasituksenkestävyyttä, sillä tuotoksen putoaminenhan on yleensä ensimmäisiä sairauden oireita. Sairaat eläimet eivät lypsä, kasva eivätkä muni normaalisti.

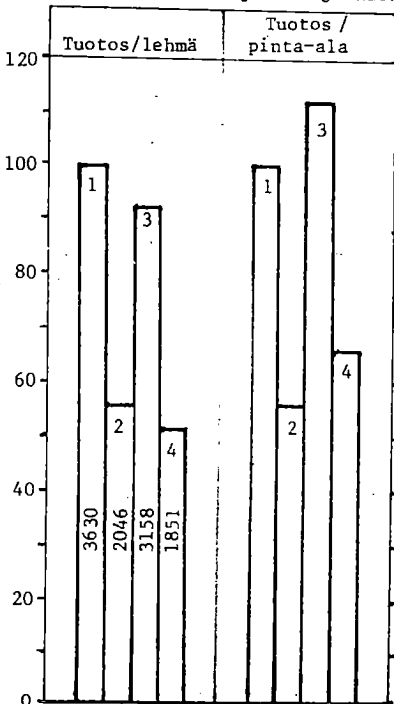
Maidontuotantokivyn ja rehunkäyttökivyn välistä suhdetta laidunolosuhteissa kuvaa kuvio 11, joka perustuu irlantilaiseen kokeeseen. Kokeessa valittiin 120 ensikosta maitotuotosten perusteella paras ja huonoin viidennes, jotka sitten pantiin samanlaisille laitumille kahdella erilaisella tiheydellä.

Kuvio 10: Rehunkäyttötöhekkyyden vuorosuhteita eri ominaisuuksiin kolmen rodun keskiarvona USA:ssa (ay, fr, r.sv.) 182 ensikkoa. (DICKINSON ym. 1969).



- | | | |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 Isän maitoarvost. | 7 Lehmän maitotili | 11 Karkeareh. syönti, energ.yks. |
| 2 " rasvatuot.arvost. | 8 Keskim. elopaino lypsyk. aik. | 12 Säkäkorkeus |
| 3 Lehmän maitotuot. | 9 Elopainon lisäys lypsyk. aik. | 13 Rinnan syvyys |
| 4 " rasvatuot. | 10 Maitotili-rehukustann. | 14 Rinnan ympäryys |
| 5 " rasvaton k.a.tuot. | | 15 Ruhon pituus |
| 6 " energiatuotos | | |

Kuvio 11: Hyvien (20 % parhaasta päästä) ja huonojen (20 % huonoista päästä) lehmien tuotokset hyvissä ja huonoissa laidunoloissa irlantilaisessa kokeessa 1970-71.

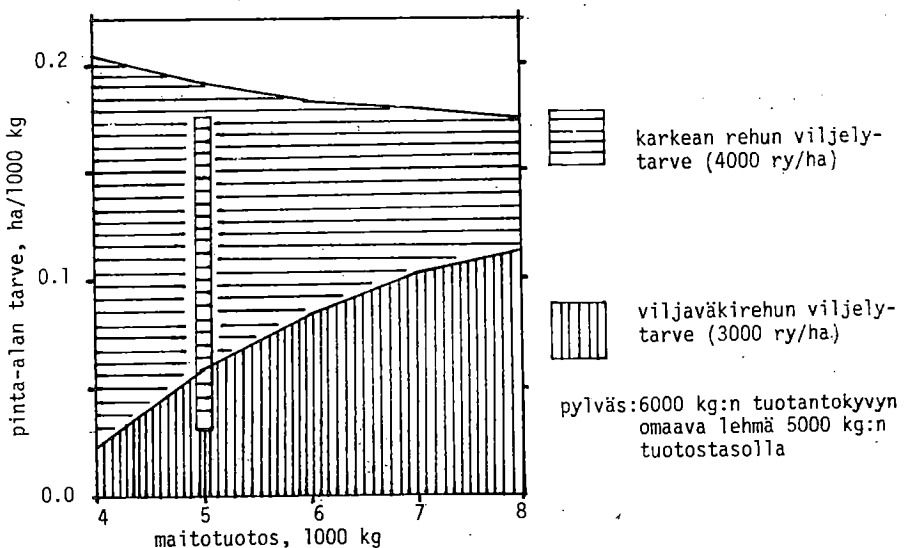


- | | | |
|---|----------------|--------------------------|
| 1 | Hyvät lehmät, | 3,85 pinta-alayks./lehmä |
| 2 | Hyvät lehmät, | 2,75 pinta-alayks./lehmä |
| 3 | Huonot lehmät, | 3,85 pinta-alayks./lehmä |
| 4 | Huonot lehmät, | 2,75 pinta-alayks./lehmä |
- (kussakin ryhmässä 24 lehmää)

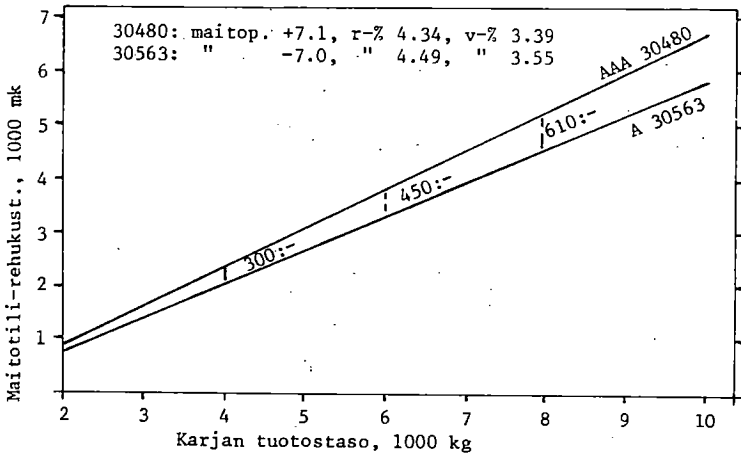
Koe toistettiin samanlaisena seuraavana vuonna, ja kuviossa on esitetty yhdistetyt tulokset. Huonojen lehmien tuotokset olivat sekä lehmää että pinta-alayksikköä kohti selvästi huonommat kuin hyvien kummallakin tiheydellä. Erot ovat jopa uskomattoman suuret.

Norjalainen dos. Syrstad on laskenut pinta-alan tarpeen 1000 maitokiloa kohti eri tuotostasoilla (kuvio 12). Vaikka väkirehun suhteellista osuutta onkin lisättävä korkeampiin tuotostasoihin mennessä, jotta lehmät pystyisivät syömään tarpeeksi rehuyksiköitä, on viljelypinta-alan tarve maitokiloa kohti kuitenkin pienempi korkealla tuotostasolla. Hän on laskenut myös vastaavat suhteet lehmällä, joka normaali-ruokinnalla pystyisi 6000 kg:n tuotokseen, mutta josta otetaan vain 5000 kg:n tuotos. Verrattuna lehmään, joka joutuu 5000 kg:n tuotokseen käyttämään koko kapasiteettinsa, tarvitsee tuo parempi lehmä vain puolet siitä viljamäärästä kuin tämä huonompi. Tällöin myös sen kokonaisrehunkulutus jää vastaavasti pienemmäksi.

Kuvio 12: Pinta-alan tarve 1000 maitokiloa kohti eri tuotostasoilla (Syrstadin laskelmien mukaan)



Kuvio 13: Kahden syksyllä 1974 jälkeläisarvostellun ay-sonnin tyttären taloudellisuudet eri tuotostasoilla (4 % maitokg 87 p, r-hyvitys 0,6 p/0,1 %, v-hyvitys 0,4 p/0,1 %, ry-hinta 50 p, rehunkulutus PALOHEIMON muk.).



Kuviossa 13 on esitetty kahden samalla alueella samaan aikaan jälkeläisarvostellun sonnin tyttären keskimääräiset taloudelliset tulokset eri tuotostasoilla. Mittana on käytetty maitotilin ja rehukustannusten välistä eroa, jota käytetään mm. USA:ssa eläinten vertailuun. Tämän teoreettisen laskelman perusteista voitaisiin ehkä keskustella, mutta hienosyisemmät laskelmat tuskin ainakaan pienentäisivät eroja. Kun otetaan huomioon, miten lähellä kannattavuuden rajoja maidontuotannossa yleensä liikutaan, on karjanomistajien kiinnostus hyvien sonnin siemenannoksiin täten hyvin ymmärrettävissä. Merkilläpantavaa on, että kiinnostus tulee sitä perustellummaksi, mitä korkeammalle tuotostasolle mennään. Jalostustoimien merkitys maidontuotannon kannattavuuden parantamisessa onkin itse asiassa lisääntynyt, ja koska niistä on odotettavissa varmasti tuloksia, on niiden käyttö kannattava sijoitus, jonka edullisuutta jatkuva

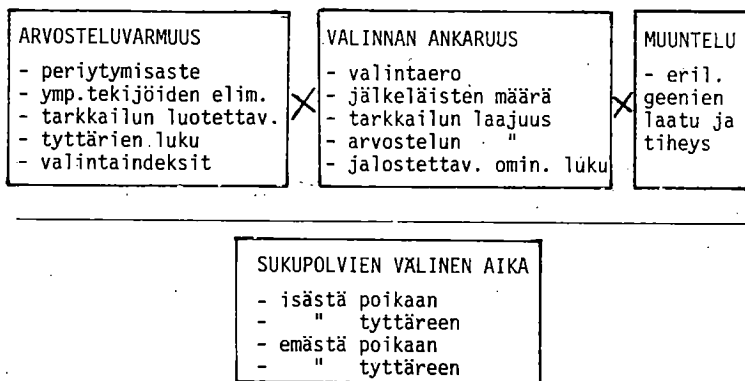
inflaatio vielä parantaa. Jos työtä on tehty pysyvien tavoitteiden hyväksi, jollainen on esim. rehuhyötysuhde, voidaan sijoituksista korjata satoa sekä korkealla että alhaisella tuotostasolla, jopa sota- ja pula-aikoinakin. Ongelmana onkin lähinnä se, että sadosta pääsevät osallisiksi monet muutkin kuin ne, jotka ovat vaivaa ja varoja uhranneet.

Jalostuksen tärkeimmät menetelmät ja apuneuvot

Ensimmäisiä tehtäviä jalostuksessa on oikean lähtöaineksen valinta. Aikaisemmin ei tässä suhteessa ollut kovin paljon vaihtoehtoja, vaan useissa tapauksissa oli helpointa lähteä liikkeelle paikkakunnan tai maan yleisimmästä rodusta. Keinosiemennyksen, pakastesiemenen ja parantuneiden liikenneyhteyksien ansiosta on vaihtoehtojen luku kuitenkin kasvanut, ja jossakin määrin muuttuneet tarpeet ovat tehneet asian harjunnan arvoiseksi. Rotujen kansalliset ja kansainväliset vertailut ja näiden menetelmät ovatkin viime vuosina tulleet suosituiksi tutkimuskohteiksi. Aivan pienten erojen takia ei kuitenkaan kannata ruveta vaihtamaan jonkin maan valtarotua toiseen, koska vaihto joka tapauksessa maksaa paljon, jos se tehdään nopeasti, ja hyöty jää vähäiseksi, jos se tehdään hitaasti. Irlantilainen tri Cunningham on laskenut, että esim. lypsykarjalla vasta n. 20 %:n tuotosero antaa aiheen radikaaliin rodun vaihtoon.

Eräänä rotuvertailujen tarkoituksena onkin löytää vain sopiva isärotu käytettäväksi risteytyksissä käyttöeläinten isinä. Tällaisia erikoistuneita isärotuja ovat esim. charolais-nautakarja, belgialainen maatiaissika ja suffolk-lamma. Niiden käyttöönsaanti helpottaa maan entisen rodun naaraiden käyttöä lihaeläinten emoina sekä yksinkertaistaa rodun jalostustavoitteita.

Kuvio 14: Jalostuksen peruskaava:



Valitun rodun edelleen kehittämisen päätekijät ja niiden keskinäiset suhteet ilmenevät kuvioista 14. Jalostajan säädeltävissä ovat lähinnä arvosteluvarmuus ja valinnan ankaraus, joihin kumpaankin nähden edistymisnopeus on suoraan verrannollinen, kun taas sukupolvien välisen ajan piteneminen vaikuttaa edistymistä hidastavasti. Merkillepantavaa on, että nämä kolme tekijää riippuvat toisistaan, minkä vuoksi niitä ei voida vapaasti muuttella, vaan ne on saatava optimaaliseen suhteeseen keskenään. Jälkeläisarvostelu esimerkiksi yleensä parantaa arvosteluvarmuutta, mutta hidastaa samalla sukupolvikiertoa. Arvosteluun käytettävissä olevien jälkeläisten kokonaismäärän ollessa rajoitettu merkitsee arvosteluvarmuuden lioittelu helposti arvosteltavien isien lukumäärän supistumista ja siten vähäistä valinnanvaraa.

Arvosteluvarmuus riippuu ominaisuuden periytymisasteesta, jonka määrittäminen on ensimmäisiä tehtäviä jonkin uuden ominaisuuden tullessa ajankohtaiseksi. Myös perinteisesti jalostettujen ominaisuuksien periytymisasteet voivat muuttua esim. tuotantotarkkailun muuttuessa sekä vaihdella alueittain. Valintamahdollisuuksien lisääntyminen esim. pakastesiemenen ansiosta puolestaan on vaikeuttanut luotettavien periytymis-

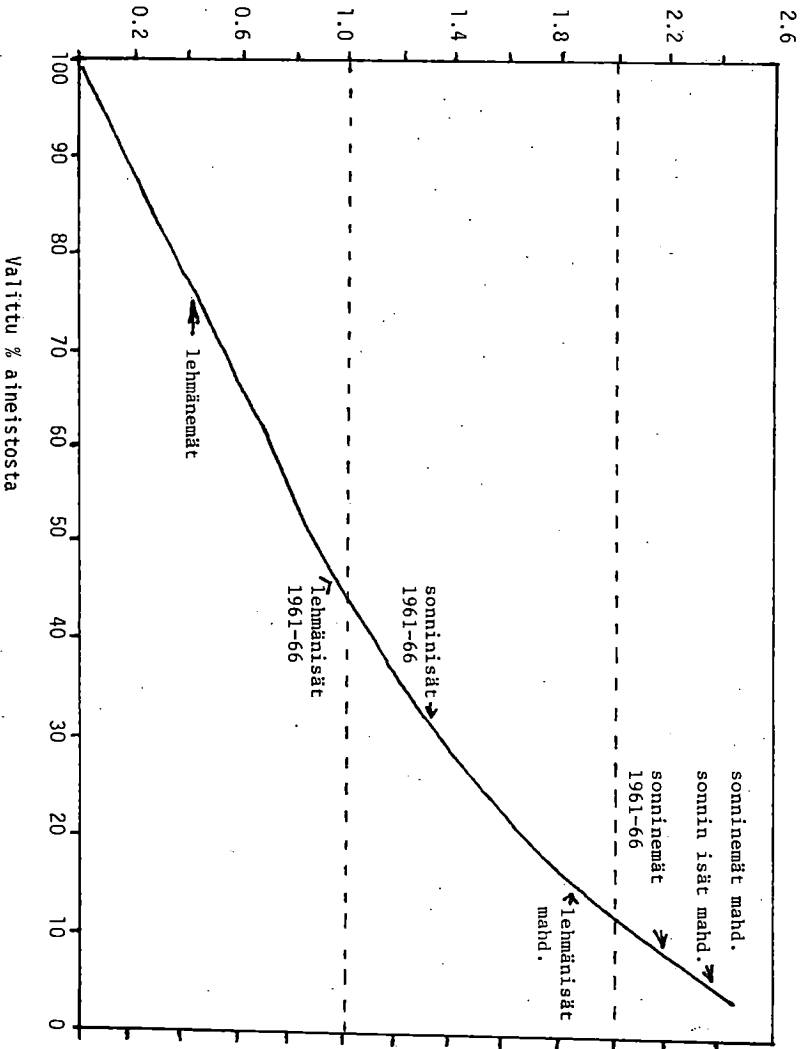
asteen ja muiden tunnuslukujen arvioiden saantia, minkä vuoksi määritysmenetelmiä joudutaan edelleen kehittämään. Toisaalta olisi määrittäykset saatava osaksi vuotuista käsittely-rutiinia, jotta tiedettäisiin, mihin suuntaan perustietojen, s.o. karjantarkkailun luotettavuus on kehittymässä, kun sitä kustannussyistä joudutaan yksinkertaistamaan.

Sekä periytymisasteita määritettäessä että eläimiä käytän-nössä arvosteltaessa on erittäin tärkeätä eliminoida syste-maattisten ulkonäisten syiden kuten alueiden, karjojen, iän, vuosien ja vuodenaikojen vaikutukset. Tämä edellyttää tilasto-tieteen kehittyneimpien menetelmien hallintaa ja tieto-koneen käyttöä. Kenttäaineistojen epätäydellisyyden ja niihin vaikuttavien monenlaisten, osittain toisiinsa kie-toutuneiden tekijöiden vuoksi nämä tilastolliset analyysit ovat varsin vaativia, edellyttäen toisaalta perusteellista tilastotieteen tuntemusta, toisaalta laajaa kotieläintalouden käytännön tuntemusta. Merkille pantavaa on, ettei edes ana-lyysimallia voida aina ottaa suoraan muista maista, puhumat-takaan siitä, että muissa maissa saadut tulokset olisivat meillä suoraan sovellettavissa. Tämä koskee myös ominai-suuksien keskinäisten riippuvuuksien selvittämistä, mikä on välttämätöntä jalostuksen seurauksien arvioinnin kannalta.

Valinnan ankaruutta mitataan valintaerolla, jonka merkitys ilmenee kuviosta 15. Erityisen ankaria voidaan olla urosten vanhempien valinnassa, koska uroksia tarvitaan vähän. Teoreet-tisesti mahdollisten valintaerojen vertailu tri Lindströmin tutkimuksen mukaan vv. 1961-66 toteutuneisiin valintaeroihin osoittaa, että meillä vielä on käyttämättömiä mahdollisuuksia karjajalostuksessa. Sikiävillä kotieläimillä kuten siipi-karjalla ja sioilla ovat suuret valintaerot mahdollisia myös naaraiden vanhempien valinnassa.

Tässä yhteydessä lienee syytä mainita, että arvostelu- ja valintaongelmia mutkistaa suuresti se, että arvosteltavista yksilöistä ja niiden lähisukulaisista käytettävissä olevien

Kuvio 15: Valittujen eläinten keskiarvon poikkeama koko aineiston keskiarvosta, h %.



tietojen määrä ja luotettavuus vaihtelevat, joten niiden yhdistäminen yksilön jalostusarvoa kuvaavaksi luvuksi on mahdollista vain nykyaikaisen tilastollisen perinnöllisyystieteen ja tietokoneen avulla. Toinen, ehkä vieläkin suurempi ongelmaryhmä aiheutuu siitä, että valinnassa on otettava huomioon useita taloudellisia ominaisuuksia, joiden taloudellinen merkitys ja periytymisasteet vaihtelevat ja jotka lisäksi riippuvat eri tavoin toisistaan. Niin sanottujen valintaideksien kehittäminen eri tilanteita varten on luonteenomaista aikamme kotieläinjalostustutkimukselle.

Jalostustieteen keskeisiä aputieteitä ovat siis perinnöllisyystiede, tilastotiede ja yleinen kotieläintiede, erityisesti fysiologia, ravitsemus, käyttäytyminen ja hoito, sekä eläinlääketiede. Lisäksi on kosketuskohtia mm. taloustieteisiin, elintarviketieteisiin, matematiikkaan ja tietojenkäsittelyoppiin. Käytännön apuneuvoista ovat tärkeimpiä keinosiemennys, tuotannon tarkkailu kentällä ja arvosteluasemilla, eläinten polveutumismääritys verityyppitutkimuksineen, tietokone sekä mahdollisimman monille tiloille ulottuva, tehokas neuvonta- eli tietojenvälityshenkilöstö.

Perinnöllisyystieteen haaroista on välittömän käytännön kannalta merkittävin määrällisten ominaisuuksien genetiikka, johon liittyy läheisesti geenitiheyksiin vaikuttavia tekijöitä käsittelyvä populaatiogenetiikka. Näiltä aloilta käytettävissä oleva tietämys on saatu suuressa määrin ns. faktoriaalisen genetiikan, solugenetiikan, biokemiallisen genetiikan ja laboratorioeläimillä tehtyjen valintakokeiden avulla. Viime-mainituilla aloilla on vieläkin paljon annettavaa jalostustieteelle tulevaisuudessa. Populaatiogenetiikassa voidaan saada paljon apua tietokoneilla tehdyistä keinotekoisista populaatioista, joissa sukupolvet saadaan vaihtumaan nopeasti ja voidaan kokeilla hyvin monenlaisten tekijäyhdistelmien vaikutuksia. Aktiivisen tutkimuksen harjoittaminen kaikilla näillä tieteenhaaroilla ei ole pienelle maalle mahdollista, mutta olisi kuitenkin tärkeätä voida tiiviisti seurata niiden kehitystä, että voisimme viivytyksettä ottaa

sovellettaviksi niissä vaavutetut ratkaisevat edistysaskeleet jalostustyöhömmä. Tähänkään ei meillä nykyisin ole voimia.

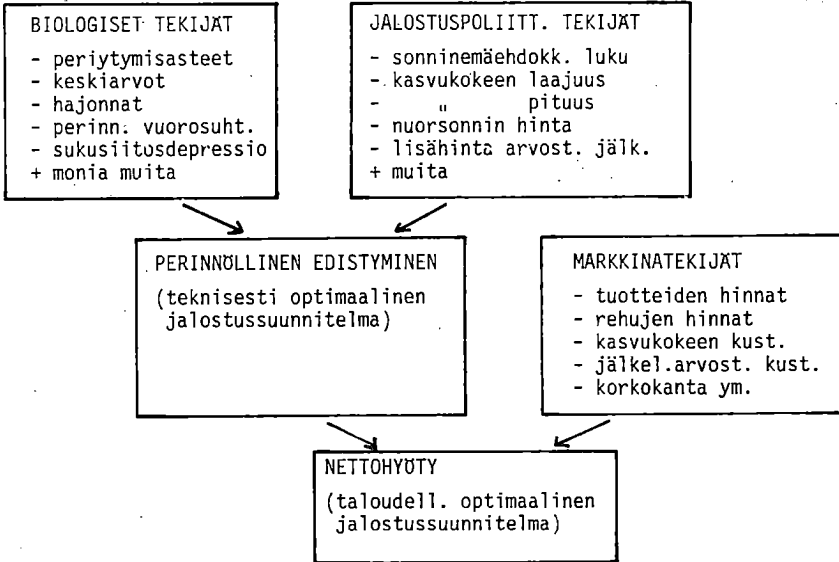
Jalostuksen kokonaissuunnittelu

Edellä kuvattu jalostustutkimuksen *analyttinen* puoli ei tietenkään ole mikään itsetarkoitus, vaan erilaisten perinnöllisten ja ilmiäsuisten tunnuslukujen tarkoituksena on olla *synteesin* rakennuskivinä, s.o. perustana tehokkaiden ja luotettavien jalostussuunnitelmien teolle. Kokonaissuunnitelmia on pyrittävä laatimaan, vaikka käytettävissä olevat tunnusluvut olisivat vasta karkeita arvioita ja vaikka jotkut arviot puuttuisivat kokonaankin. Jos odotettaisiin täydellistä tietoa eri tekijöistä, jäätäisiin kohtalokkaasti jälkeen itse jalostustyössä.

Suunnittelussa pyrittiin aikaisemmin vain perinnöllisen edistymisen maksimointiin, jossa siinäkin oli otettava huomioon paljon muitakin tekijöitä kuin edellä jalostuksen peruskaavassa esitetyt. Erityisesti on viime aikoina otettu yhä enemmän huomioon myös taloudellisia tekijöitä, myös itse jalostustoimien kustannukset.

Kokonaiskäsityksen suunnittelusta antaa kuvio 16, jonka mukaan taloudellisesti optimaaliseen jalostussuunnitelmaan pyrittäessä on otettava huomioon kolme eri tekijäryhmää: biologiset, jalostuspoliittiset ja markkinatekijät. Näistä *biologiset tekijät* ovat suuresti luonnon määräämiä, niin että jalostaja ei voi niihin lyhyellä tähtäyksellä vaikuttaa. Ne on kuitenkin tunnettava kustakin jalostettavasta eläinjoukosta. Kuviossa mainittujen lisäksi niihin voidaan lukea mm. ikä l. kerran poikiessa, poikimisväli, tiineyteen tarvittavien siemennysten luku, lehmien ja sonnien poistumis-%:it, sukupolvien välisen ajan pituus jne. Eräessä tanskalaisessa tutkimuksessa oli mukana n. 30 biologista tekijää koskevat arviot, niiden joukossa myös tarkkailtujen lehmien luku.

Kuvio 16: Karjanjalostuksen optimaaliseen rakenteeseen vaikuttavat tekijäryhmät



Jalostuspoliittiset tekijät ovat jalostusjohdon säädeltävissä, ja niihin kuuluvat mm. valinnan ankaruus sonnien valinnan eri vaiheissa sekä sonnia kohti talletettavien siemenannosten luku. Mainitussa tanskalaisessa laskelmassa oli mukana kuusi tällaista tekijää.

Erilaisia *markkinatekijöitä*, jotka määräävät jalostustyön kannattavuuden, oli ko. tutkimuksessa kaikkiaan 18.

Eräs saksalainen tutkija otti kolmisen vuotta sitten valmis-
tuneessa tutkimuksessaan huomioon 13 eri tekijäryhmää, joista
kustakin keskimäärin lähes viisi vaihtoehtoista arvoa.
Kuitenkin oli kysymys vain kahden ominaisuuden samanaikai-
sesta jalostamisesta.

Jalostustavoitteiden valinta

Ennen optimaalisten jalostussuunnitelmien laatimista on tärkeätä selvittää, mitä ominaisuuksia halutaan jalostaa, t.s. millaisiin eläimiin pyritään. Kaikki mahdolliset ominaisuudet voidaan tietysti sisällyttää kaikkine perinnöllisine, ilmiäsuine ja taloudellisine tunnuslukuineen itse suunnittelukaavoihin, mutta silloin tulee laskelmien hallinta varsin vaikeaksi. Huolellinen tavoitteiden valinta yksinkertaistaa siten suunnitelmien tekoa. Tavoitteiden valinnan merkitystä ja siihen liittyvää vastuuta on suuresti lisännyt se, että keinosiemennys on samansuuntaistanut tuhansien karjojen jalostuksellisen kulkusuunnan.

Tavoitteita asetettaessa on syytä pyrkiä ennakoimaan taloudellista tilannetta 10-15 vuoden päästä eikä panna täyttää painoa nykyhetken taloudellisen tilanteen vaatimuksille. Ennusteissa voidaan ottaa huomioon esim. ihmiskunnan ravinnonkysynnän todennäköinen kehitys, johon vaikuttaa sekä väestön kasvu että elintason nousu. Niinikään voidaan lähteä liikkeelle maan rehuvaroista, kotieläinten yleistehävistä, uusista teknisistä mahdollisuuksista sekä ottaa huomioon ominaisuuksien keskinäiset riippuvuudet. Koska taloudelliset hintasuhteet ovat osoittautuneet nopeasti vaihtuviksi, kannattaa kiinnittää vakavaa huomiota biologian lakeihin, jotka ovat pysyviä ja tulevat niukkuuden tullessa määrääviksi myös talouselämässä. Tältä kannalta on rehuhyötysuhde tai erityisesti valkuaishyötysuhde huomionarvoinen tavoite. Kun tuotantokyky mittaa paljolti sekä rehuhyötysuhdetta että rasituksenkestävyyttä, voidaan todeta, että olemme kotieläinjalostuksessamme löytäneet jo vuosikymmeniä sitten varsin hyvät ja oikeaan osuvat raiteet, joilla hyvään vauhtiin pääsystä työtä on täysi syy jatkaa. Vain vähäiset tarkistukset suunnassa ovat tarpeen. Tärkein näistä on valkuaisen ottaminen päähuomion kohteeksi, minkä lisäksi joudutaan entistä enemmän ottamaan huomioon eläinten terveyden säilyttämisen tarve. Osa nykytieteen tarjoamista edistymisnopeuden lisäämismahdollisuuksista on täten syytä käyttää jalostustavoitteiden monipuolistamiseen, että tasapaino säilyisi.

Johtopäätökset

Tärkeimmät johtopäätökset edellä esitetystä lienevät seuraavat:

1. Kotieläinjalostuksen avulla on huomattavasti voitu kehittää eläinaineksen soveltuvuutta taloudelliseen kotieläintuotantoon.
2. Sekä viimeaikainen edistyminen kotieläinten jalostuksessa että laboratoriokoe-eläimillä tehdyt kokeet osoittavat, että jalostuksessa on vielä paljon edistymismahdollisuuksia.
3. Näiden mahdollisuuksien hyväksikäyttö maassamme on monista syistä tarpeellista.
4. Jatkuvaan edistymiseen on käytettävissä yhä parempia keinoja, joiden tuntemuksesta maassamme on syytä huolehtia.
5. Jalostustyössä on syytä pyrkiä huolella valittuihin, kestäviin tavoitteisiin, joita ovat mm. rehuhyötysuhde ja terveys.
6. Jalostuksen kokonaissuunnitteluun kannattaa kiinnittää yhä enemmän huomiota.

Kirjallisuutta

- BAKER, R.L., CHAPMAN, A.B. & WARDELL, R.T. 1973: Direct Response to Selection for Post-weaning gain in the Rat. Genetics
- CLAUSEN, H. y.m. 1972: Sammenligende forsøg med svin. Beretn. fra forsøgslab. 394:1-159
- DICKERSON, G.E. 1968: Lessons to be learned from poultry breeding. Animal Breeding in the Age of A.I.:69-99
- DICKERSON, G.E. 1973: Inbreeding and heterosis in animals. Animal Breeding and Genet. Symposium in honour of Dr. J.L.Lush, Proc.: 54-77.
- DICKINSON, F.N. y.m. 1969: Comparative Efficiency of Feed Utilization During First Lactation of Ayrshire, Brown Swiss, and Holstein Cows. J. Dairy Sc. 52:489-497
- ENFIELD, F.D. 1974: Recurrent selection and response plateaus. Ist World Congr. on Genet. appl. to Livestock Prod., Proc. I: 365-371
- HAMMOND, K. 1974: Drosophila as an experimental model in animal breeding research. Ist World Congr. on Genet. appl. to Livestock Prod., Proc. I:425-437
- HETZER, H.O. & HARVEY, W.R. 1967: Selection for high and low fatness in swine. J. Animal Sci. 26:1244
- MAIJALA, K. 1968: Möjligheten att påverka kvantiteten och kvaliteten av fjäderfäkött via avel. NJF:s kött-symposium i Stockholm 16-17.9.1968: 134-143.
- NORDSKOG, A.W. & GIESBRECHT, F.G. 1964: Regression in egg production in the domestic fowl when selection is relaxed. Genetics 50:407

ISBN 951-45-0636-7
Helsingin yliopiston monistuspalvelu, offset 1975